

## MRI纹理分析在识别前列腺导管内癌成分中的价值

楚蕾, 斯艺, 刘荣波<sup>△</sup>

四川大学华西医院放射科(成都 610041)

**【摘要】目的** 探究基于纹理分析的影像组学方法在识别前列腺癌导管内癌(intraductal carcinoma of the prostate gland, IDCP)成分中的价值。**方法** 回顾性分析56例前列腺癌患者的磁共振成像(MRI), 其中单纯腺癌患者31例, 含IDCP成分腺癌患者25例。分析病灶影像学特征, 然后将纳入患者的T2加权成像(T2WI), 增强扫描动脉期、静脉期序列图像导入Omni-Kinetics软件进行病灶纹理特征的提取, 建立基于各序列纹理参数及联合影像特征的回归预测模型。采用受试者工作特征(ROC)曲线评估各纹理模型的诊断效能。**结果** 外周带病灶影像特征中, 含IDCP成分腺癌患者外科包膜侵犯、突破前列腺包膜、精囊腺侵犯发生率高于单纯腺癌患者( $P<0.05$ ); 移行带病灶影像特征中, 含IDCP成分腺癌患者伴前列腺增生、侵犯前列腺包膜、精囊腺侵犯和侵犯血管神经束等影像特征发生率更高( $P<0.05$ )。在单纯腺癌与含IDCP成分腺癌的鉴别诊断中, 外周带组中筛选出4个动脉期纹理特征, 纹理模型和合并是否侵犯精囊腺的混合模型的曲线下面积(AUC)分别为0.890和0.938, 两模型的AUC差异无统计学意义; 移行带组中筛选出2个动脉期纹理特征和2个静脉期特征, 纹理模型和合并是否侵犯血管神经束的混合模型的AUC分别为0.844和0.901, 两模型的AUC差异无统计学意义。**结论** 含IDCP成分的腺癌伴前列腺外侵犯征象的发生率更高。在识别IDCP成分上, 与T2WI相比, 增强序列纹理分析的结果更具有鉴别价值。

**【关键词】** 前列腺癌 导管内癌 磁共振成像 影像组学 纹理分析

**The Value of MRI Texture Analysis in Identifying Intraductal Carcinoma of the Prostate Gland** CHU Lei, SI Yi, LIU Rong-bo<sup>△</sup>. Department of Radiology, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

<sup>△</sup> Corresponding author, E-mail: cjr.liurongbo@vip.163.com

**【Abstract】 Objective** To explore the value of a radiomics approach based on MRI texture analysis (TA) in identifying intraductal carcinoma of the prostate gland (IDCP). **Methods** MRI images of 56 patients with pathological proven prostate cancer were analyzed retrospectively, including 31 patients with pure prostate adenocarcinoma and 25 patients with IDCP component in the prostate adenocarcinoma lesions. After imaging features of lesions were analyzed, then enhanced arterial and venous phase images were imported into Omni-Kinetics software for the extraction the TA features of region of interests' lesion according to the T2-weighted imaging. In order to set up a regression prediction model which based on texture parameters and morphological features. Furthermore, the comparison of diagnostic accuracy of each TA regression models were assessed by operating characteristic curves (ROC). **Results** Among the imaging features of peripheral lesions, the incidence of surgical capsule invasion, prostatic capsule involvement, and seminal vesicle invasion in patients with IDCP was higher than that in patients with adenocarcinoma alone ( $P<0.05$ ). Among the imaging features of transitional zone lesions, patients with adenocarcinoma containing IDCP had a higher incidence of imaging features as benign prostatic hyperplasia, extracapsular invasion of the prostate, seminal vesicles invasion, and vascular nerve bundles than that in pure adenocarcinoma group ( $P<0.05$ ). In order to differential diagnosis of simple adenocarcinoma and adenocarcinoma containing IDCP, 4 arterial phase texture features were used to build the regression model in the peripheral zone group, and the area under the curve (AUC) of the TA model and combined model with or without seminal vesicles invasion were 0.890 and 0.938, respectively. In the transitional zone group, 2 arterial phase texture features and 2 venous phase features were used in TA regression model, and the AUC of texture model and the combined model with or without vascular nerve bundles were 0.844 and 0.901, respectively. **Conclusion** The incidence of adenocarcinoma with IDCP is higher in high-grade invasive prostate cancer. It is wonderful that when compared with T2WI, enhanced sequential texture analysis is more valuable when using the radiomics approach based on MRI texture analysis in identifying IDCP in prostate cancer.

**【Key words】** Prostate adenocarcinoma Intraductal carcinoma of prostate gland Magnetic resonance imaging Radiomics Texture analysis

<sup>△</sup> 通信作者, E-mail: cjr.liurongbo@vip.163.com

前列腺癌(prostate cancer, PCa)是男性最常见的恶性肿瘤之一, 是男性泌尿生殖系统癌症相关死亡事件发

生的最主要原因<sup>[1]</sup>。前列腺导管内癌(intraductal carcinoma of the prostate gland, IDCP)作为前列腺癌的一个特殊病理亚型,常与Gleason评分较高的腺癌共存,与肿瘤体积、精囊腺侵犯、疾病进展呈正相关,在穿刺活检或根治标本中检出IDCP,提示患者病灶更易进展为去势抵抗型、或对放疗不敏感而预后较差<sup>[2]</sup>。因此,正确识别前列腺癌灶中的IDCP成分对早期临床干预方案的制定、提高患者生存率有着重要意义。但由于穿刺活检有创不适于重复检查及随访,无创且可定量的影像学方法得到了越来越多的关注。

前列腺多参数磁共振成像(mp-MRI)是目前诊断PCa最常用且显示最佳的影像检查方法,但判断肿瘤中是否存在IDCP成分一直是影像诊断的难题。影像组学是从影像中高通量地提取大量影像信息,实现肿瘤分割、特征提取与模型建立,凭借对大量影像数据信息进行更深层次的挖掘、预测和分析进行辅助诊断的研究方法,其中纹理分析(texture analysis, TA)作为最重要的方法之一,能提供较肉眼分析更为全面客观的图像灰度分布特征信息,在mp-MRI的基础上,结合纹理分析并建立预测模型在PCa的探查、肿瘤恶性程度的判断及预后评估上有巨大的潜力<sup>[3-4]</sup>,但目前还未见关于MRI影像及MRI纹理分析对含IDCP成分腺癌的相关研究结果。本研究采用影像组学的重要分支——纹理分析方法,基于前列腺mp-MRI,探究纹理分析是否能够帮助识别PCa中的IDCP成分。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

连续回顾性纳入2016年1月至2017年12月在我院放

射科行前列腺mp-MRI检查并进行穿刺活检或手术切除、确诊为Gleason评分在3+4=7及以上的PCa患者。

纳入标准:①临床怀疑为PCa并行mp-MRI检查;②图像质量好;③病灶在MRI检查后经手术病理证实为PCa且Gleason评分在3+4=7及以上,其中,为避免穿刺假阴性结果,单纯腺癌而不伴IDCP成分的患者,需具备超声引导下经直肠穿刺活检结果以及经手术切除后的前列腺全切病理结果,并均显示为单纯腺癌;④患者前列腺MRI检查与病理活检或与手术间隔时间小于6周;⑤具有完整临床信息及术前的前列腺特异抗原(prostate specific antigen, PSA)检查结果。

排除标准:①患者MRI检查时间与前列腺穿刺检查时间间隔超过6周;②MRI检查前曾接受前列腺放、化疗或内分泌等治疗;③病理结果中病灶位置报告与MRI图像怀疑区域不匹配;④MRI图像质量不佳,扫描机型、扫描序列未按标准扫描参数进行;⑤仅具备穿刺活检结果的单纯前列腺腺癌患者。

### 1.2 MRI检查

扫描设备为德国西门子Magnetom Skyra 3.0T MR扫描仪,受试者仰卧位,头先进,采用标准18通道相控阵体部线圈进行扫描;弥散加权成像所用b值为0、400、800、1 000、1 500 s/mm<sup>2</sup>;增强扫描采用T1W 3D GRE VIBE(volume-interpolated body examination)序列,对比剂使用钆喷替酸葡甲胺(Gd-DTPA)经肘静脉注入,流率2 mL/s,剂量0.1 mmol/kg。造影剂注入后立刻进行多期动态增强扫描,横断位增强序列至少具备4期图像。扫描序列及具体参数见表1。

### 1.3 MR影像特征分析

前列腺MR图像均使用西门子Syngo Via工作站进行

表1 前列腺mp-MRI扫描序列及扫描参数

Table 1 Acquisition parameters for mp-MRI image series

Sequence	Imaging orientation	Fat suppression	TR/ms	TE/ms	Flip angle	Slice thickness/mm <sup>2</sup>	Matrix size	FOV/mm <sup>2</sup>
T2W TSE	Sagittal	No	6 030	101	160°	3.5	310×320	200×200
T2W TSE	Axial	No	6 220	104	160°	3	240×320	200×200
DWI-EPI	Axial	Yes	4 400	74	180°	3.5	140×140	240×240
T1W-VIBE	Axial, coronal and sagittal	No	3.92	1.9	9°	2	190×320	376×305

TSE: Turbo spin echo; DWI: Diffusion weighted imaging; EPI: Echo planar imaging; VIBE: Volume-interpolated body examination; TR: Repetition time; TE: Echo time; FOV: Field of view

读片分析。由两名分别具备3年及20年腹部影像诊断经验的医师在未知患者病理结果及病灶信息的情况下,对PCa患者影像进行读片,分析并记录病灶基本影像特征,包括:病灶位置、形态、大小、T2WI信号是否均匀、弥散受限是否明显、病灶强化特征;并评估其侵犯征象(如有),包括:①病灶是否接触/侵犯前列腺外科包膜;②是

否侵犯血管神经束;③是否接触/突破前列腺包膜;④是否侵犯精囊腺;⑤是否侵犯直肠/膀胱;⑥是否有淋巴结转移。两名医师独立评价并协商达成一致。

### 1.4 纹理分析方法

分别将纳入患者的T2WI平扫, T1W-VIBE增强扫描动脉期(arterial phase, AP)、静脉期(venous phase, VP)

序列图像以DICOM格式导入Omni-Kinetics(GE healthcare)软件进行纹理特征的提取。根据穿刺或手术病理结果,在病理报告中病灶相对应区域对MRI图像上对PCa及良性增生灶进行全肿瘤感兴趣区(region of interest, ROI)勾画。分别在T2WI、AP或VP图像上逐层勾画病灶ROI(选择显示较为清晰的序列),勾画时尽量

包括全部病灶,同时尽量避免尿道、射精管、囊变、精囊腺和出血等区域。勾画完毕融合得到3D ROI(VOI),并以相同VOI进行两增强序列图像纹理分析。病灶各序列图像均可计算生成直方图、灰度游程矩阵、灰度共生矩阵及形态学4类共68个纹理参数,勾画方式及纹理分析界面见图1。

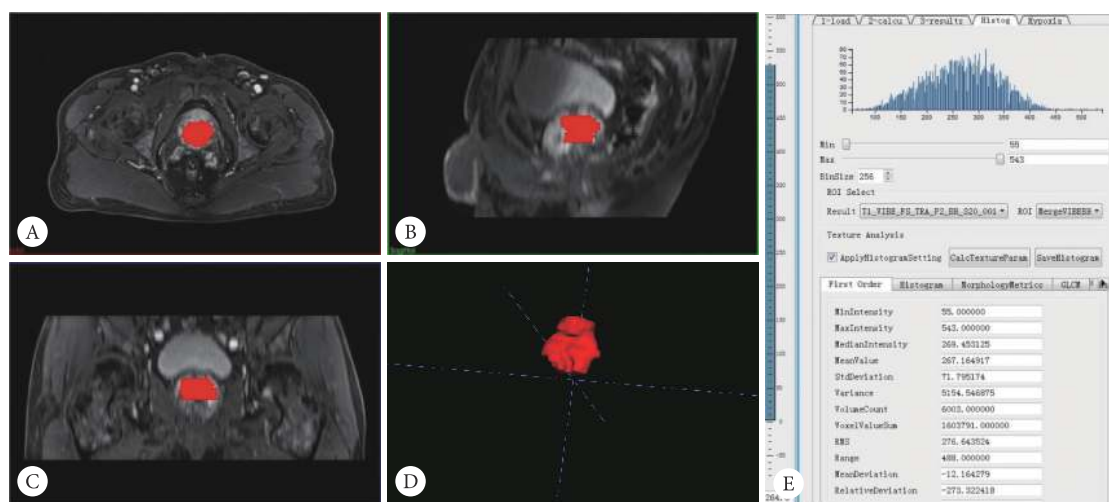


图 1 病灶VOI勾画及纹理分析工作区

Fig 1 VOI segmentation and texture analysis worksheets

A: Axial plane of VOI; B: Coronal plane of VOI; C: Sagittal plane of VOI; D: This area displays merged 3D VOIs after contouring lesions on each slice; E: Operation interface of texture analysis on Omni-Kinetics software

## 1.5 统计学方法

计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用独立样本 $t$ 检验或Mann-Whitney  $U$ 检验。计数资料以率表示,采用成组 $\chi^2$ 检验或Fisher确切概率法。为避免模型过拟合,剔除相关系数大于0.7的纹理特征后,采用最小绝对收缩与选择算子(the least absolute shrinkage and selection operator, LASSO)逻辑回归分析方法筛选与不同病理类型相关的纹理特征,并建立基于各MRI序列的回归预测模型。采用二元单因素和多因素logistic回归方法(逐步向前法)筛选出独立预测指标并联合MRI纹理模型与影像特征建立混合模型。采用受试者工作曲线(receiver operating characteristic curve, ROC曲线)评估MRI纹理模型和混合模型诊断效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 患者基本病理及影像特征

研究共纳入PCa患者56例,其中单纯腺癌患者31例,15例病灶位于外周带,16例位于移行带;含IDCP成分腺癌的患者25例,其中13例病灶位于外周带,12例位于移行带。

外周带病灶影像特征中,含IDCP成分腺癌患者外科

包膜侵犯、突破前列腺包膜、精囊腺侵犯发生率高于单纯腺癌患者( $P < 0.05$ )。移行带病灶影像特征中,含IDCP成分腺癌患者伴前列腺增生、侵犯前列腺包膜、精囊腺侵犯和侵犯血管神经束等影像特征发生率更高( $P < 0.05$ )。其余临床信息和影像特征在两组间差异无统计学意义。无论是外周带还是移行带,IDCP组患者病灶Gleason评分为9分比例高于PCa组,Gleason评分为7分比例低于PCa组( $P$ 均 $< 0.05$ )。见表2、表3。

### 2.2 外周带组纹理分析结果

在鉴别外周带单纯腺癌和含IDCP成分腺癌时,LASSO回归分析共筛选出4个动脉期纹理特征,T2WI图像与静脉期图像无纹理特征筛出,具体参数见表4。MRI纹理模型=动脉期纹理模型(AP-score)= $1.804+458.44 \times$ 灰度游程矩阵相对频数+ $0.000\ 000\ 003\ 64 \times$ 聚类突+ $16.81 \times$ 逆差矩- $0.004\ 9 \times$ 表面积体积比。

影像特征中,是否侵犯精囊腺(比值比=51.8, $P=0.036$ )是鉴别二者的独立危险因素。联合影像特征与MRI纹理模型,建立混合模型:混合模型= $3.168 \times$ 精囊腺侵犯(无=0,有=1)+ $3.947 \times$ MRI纹理模型-5.212。

ROC分析结果显示,纹理模型和合并精囊腺侵犯特征的混合模型鉴别外周带单纯腺癌和含IDCP成分腺癌

表 2 外周带组患者临床病理信息  
Table 2 Clinicopathological characteristics of patients in peripheral zone group

Characteristic	Total (n=28)	PCa (n=15)	IDCP (n=13)	P
Age/yr., $\bar{x} \pm s$	65.65±8.16	66.67±7.91	65.46±8.48	0.701
F-PSA/(ng/mL), $\bar{x} \pm s$	1.79±1.19	1.32±0.91	2.40±1.27	0.088
T-PSA/(ng/mL), $\bar{x} \pm s$	25.43±20.20	21.92±22.39	30.00±17.00	0.161
Free versus total PSA/%, $\bar{x} \pm s$	8.92±5.39	9.67±5.91	7.95±4.75	0.460
Gleason score/case (%)				0.044
7	11 (39.3)	9 (60.0)	2 (15.4)	
8	4 (14.3)	2 (13.3)	2 (15.4)	
9	13 (46.4)	4 (26.7)	9 (69.2)	
Restricted diffusion/case (%)	24 (85.7)	13 (86.7)	11 (84.6)	0.877
Typical enhancement/case (%)	27 (96.4)	14 (93.3)	13 (100)	0.536
Invasion of surgical capsule/case (%)	23 (82.1)	10 (66.7)	13 (100)	0.044
Prostate capsule involvement/case (%)	17 (60.7)	5 (33.3)	12 (92.3)	0.002
Invasion of seminal vesicles/case (%)	16 (57.1)	5 (33.3)	11 (84.6)	0.008

F-PSA: Free prostate specific antigen; T-PSA: Total prostate specific antigen

表 3 移行带组患者临床病理信息  
Table 3 Clinicopathological characteristics of patients in transition zone group

Characteristic	Total (n=28)	PCa (n=16)	IDCP (n=12)	P
Age/yr., $\bar{x} \pm s$	68.81±7.05	66.81±6.50	69.08±8.66	0.455
F-PSA/(ng/mL), $\bar{x} \pm s$	4.77±3.76	3.93±3.00	6.02±4.36	0.196
T-PSA/(ng/mL), $\bar{x} \pm s$	42.34±31.19	36.84±31.58	47.50±30.55	0.721
Free versus total PSA/%, $\bar{x} \pm s$	11.53±4.50	11.69±6.27	13.28±5.34	0.292
Gleason score/case (%)				0.026
7	8 (28.6)	7 (43.8)	1 (8.3)	
8	7 (25.0)	5 (32.3)	2 (16.7)	
9	13 (46.4)	4 (25.0)	9 (75.0)	
Prostatic hyperplasia/case (%)				0.009
Not obvious	15 (53.6)	12 (75.0)	3 (25.0)	
Obvious	13 (46.5)	4 (25.0)	9 (75.0)	
Restricted diffusion/case (%)	24 (85.7)	13 (81.3)	11 (84.6)	0.417
Typical enhancement/case (%)	25 (89.3)	14 (87.5)	11 (84.6)	0.611
Prostate capsule involvement/case (%)	14 (50.0)	5 (31.3)	9 (75.0)	0.022
Invasion of seminal vesicles/case (%)	13 (46.4)	4 (25.0)	9 (75.0)	0.009
Invasion of vascular nerve bundles/case (%)	17 (60.7)	6 (37.5)	11 (91.7)	0.002

F-PSA: Free prostate specific antigen; T-PSA: Total prostate specific antigen

表 4 外周带组纹理参数筛选结果  
Table 4 Texture features in LASSO regression models of peripheral zone group

Sequence	Texture feature	PCa	IDCP	P
AP	Glcm relative frequency	0.000 021 0±0.000 081 2	0.000 120±0.000 332	0.312
	Cluster prominence	100 866 666.7±66 042 612.5	128 676 923.1±67 142 325.9	0.719
	Inverse difference moment	0.060±0.021	0.063±0.024	0.281
	Surface volume ratio	522.815±129.630	421.913±96.489	0.027

AP: Arterial phase

的曲线下面积(area under the curve, AUC)分别为0.890和0.938, 两模型的AUC差异无统计学意义。各模型鉴别二者的最佳阈值及对应的敏感度、特异度、阳性与阴性预测值见表5。

### 2.3 移行带组纹理分析结果

在鉴别移行带单纯腺癌和含IDCP成分腺癌时, LASSO回归分析共筛选出2个动脉期纹理特征和2个静脉期特征, T2WI图像无纹理特征选出, 具体参数见

表6。

动脉期纹理模型、静脉期纹理模型和动态增强序列强化模型分别表示为:

动脉期纹理模型 =  $-0.955 + 5.16 \times \text{逆差矩} + 0.0094 \times \text{灰度水平非均匀性}$ ;

静脉期纹理模型 =  $-0.122 - 0.0013 \times \text{惯性} + 0.0143 \times \text{灰度水平非均匀性}$ ;

MRI纹理模型 = 增强纹理模型 =  $-0.32 \times \text{动脉期纹理模型} + 2.528 \times \text{静脉期纹理模型} + 0.285$ 。

影像特征中,是否侵犯血管神经束(比值比 = 9.31,  $P = 0.032$ )是鉴别二者的独立危险因素。联合影像特征与MRI纹理模型,建立混合模型:混合模型 =  $2.231 \times \text{血管神经束侵犯} + 1.008 \times \text{增强纹理模型} - 3.317$ 。

ROC分析结果显示,纹理模型和合并血管神经束侵犯特征的混合模型鉴别移行带单纯腺癌和含IDCP成分腺癌的AUC分别为0.844和0.901,两模型的AUC差异无统计学意义。各模型鉴别二者的最佳阈值及对应的敏感度、特异度、阳性与阴性预测值见表7。

表 5 各模型鉴别外周带组单纯腺癌和含IDCP成分腺癌的诊断效能

Table 5 Diagnostic performance of texture analysis models on zone lesions

Model	Threshold	AUC	95%CI	Sensitivity/%	Specificity/%	Positive predictive value/%	Negative predictive value/%
MRI-TA model	0.71	0.890	0.714-0.976	92.31	86.67	85.71	86.67
Combined model	0.07	0.938	0.779-0.994	76.92	100	100	83.33

AUC: Area under the curve; CI: Confidence interval; TA: Texture analysis

表 6 移行带组各序列纹理参数筛选结果

Table 6 Texture features in lasso regression models of transition zone group

Sequence	Texture feature	PCa	IDCP	P
AP	Inverse difference moment	0.0447±0.0142	0.0529±0.0145	0.149
	Grey level nonuniformity	24.550±14.404	55.174±37.300	0.018
VP	Inertia	730.833±229.229	437.432±225.073	0.002
	Grey level nonuniformity	26.059±14.303	64.916±40.621	0.007

AP: Arterial phase; VP: Venous phase

表 7 各模型鉴别移行带单纯腺癌和含IDCP成分腺癌的诊断效能

Table 7 Diagnostic efficacy of each model in differentiating transitional zone adenocarcinoma from IDCP

Model	Threshold	AUC	95%CI	Sensitivity/%	Specificity/%	Positive predictive value/%	Negative predictive value/%
MRI-TA	0.30	0.844	0.657-0.952	66.67	100	100	80.00
Combined	-0.35	0.901	0.728-0.981	83.33	93.75	90.90	88.24

AUC: Area under the curve; CI: Confidence interval; TA: Texture analysis

### 3 讨论

本研究发现,在对含IDCP成分腺癌的诊断中,与单纯腺癌相比,含IDCP成分的腺癌伴前列腺外侵犯的发生率更高;增强序列纹理分析方法在识别IDCP成分上比T2WI更敏感;在外周带病灶鉴别中,动脉期纹理参数更能反映两组间强化特征的差异;在移行带,动脉期和静脉期纹理特征均具有较高的诊断效能。

含IDCP成分腺癌与单纯腺癌在MRI图像上大都表现为均匀T2WI低信号、且明显弥散受限的不规则片状或结节状病灶。二者间的细微病理组织学差异很难在MRI图像的肉眼观察中发现。但含IDCP成分腺癌病灶比单纯腺癌在影像上更多的表现出前列腺外侵犯征象,外周带、

移行带组中纳入的含IDCP成分腺癌患者Gleason评分均在3+4=7分及以上,以Gleason评分4+5=9/5+4=9分者居多,级别明显高于同期纳入的单纯腺癌患者,与以往研究中所描述的IDCP常与浸润性前列腺癌同时存在的特性相符<sup>[5-7]</sup>,并解释了含IDCP成分腺癌更多出现上述前列腺外侵犯征象的原因。T2WI纹理参数也无法识别PCa中的IDCP成分的原因可能为两种癌均表现为T2低信号,且由于本研究纳入的肿瘤Gleason级别较高,Gleason高级别癌组织排列的不均匀性及不同Gleason腺癌的亚结构型掩盖了IDCP成分引起的不均匀的差别<sup>[8]</sup>。此外,在本研究纳入的病灶穿刺结果中报告的IDCP成分一般不超过癌灶的40%,因此可能由于病灶中IDCP成分的含量较少,其微观病理结构差异还不足以表现在T2WI的灰度分布差

异上。虽有研究表明T2WI序列定量参数在探查PCa和高低级别癌相关研究中具有价值<sup>[8-10]</sup>,但用纹理分析方法对高级别PCa中IDCP成分的探查仍存在一定局限。

有研究认为,在对高级别PCa的识别中增强序列并不能提供有效帮助,在PCa诊断过程中,特别是对移行带病灶,增强序列结合纹理分析并不能为双参数MRI提供有效信息<sup>[11-14]</sup>。但也有研究报道,将增强序列添加到DWI和T2WI后对外周带移行带肿瘤检测准确性有显著提高<sup>[15-16]</sup>。而在本研究中,影像医师肉眼判断的典型强化表现及弥散受限情况在两组外周带及移行带病灶中均未发现明显差异,而增强纹理模型在外周带和移行带是否含IDCP成分的腺癌病灶的鉴别中均起到重要作用,并能够取得较好的诊断效能。

在外周带病灶鉴别中,相较于静脉期,动脉期纹理参数更能反映两组间强化特征的差异。含IDCP成分腺癌组cluster prominence值(描述灰度分布不对称性)较单纯腺癌组有增高的趋势,说明IDCP在动脉期图像上灰度分布对称性更差。在移行带,动脉期和静脉期纹理特征均能显示两组间强化特征的差异,且在两期增强图像上,含IDCP成分腺癌的同质性和均匀性明显低于单纯腺癌,同质性通常被认为是病理分化程度较高的特征,与两组疾病恶性程度特征相吻合。另外,在静脉期序列中,含IDCP成分腺癌inertia(惯性矩)参数明显低于单纯腺癌,代表其在静脉期图像上灰度的清晰度和对比度较低,而单纯腺癌病灶的灰度对比度更大,显示更为清晰,可能说明单纯腺癌在静脉期对造影剂清除更快,导致病灶区域内灰度对比度较大。另一方面,也可能由于含IDCP成分腺癌病灶Gleason评分较高,组织学上病灶腺腔结构不完整腺体增加,肿瘤组织中细胞密度增加,排列混乱,细胞间质结构改变,微观结构复杂度升高,且含IDCP成分腺癌其导管内存在癌细胞浸润,其微结构的变化也可能减缓造影剂清除。

本研究中显示,含IDCP成分腺癌与单纯腺癌间在增强强化特征上存在差异,增强强化表现的异质性可能与PCa的病理亚型的特征有关,但肉眼判断不足以诊断,相较于T2WI,增强的诊断作用可能被低估。

此外,有关IDCP与邻近腺癌的基因组谱分析的研究显示,IDCP和腺癌来自相同的肿瘤克隆源,并具有大部分相同的基因突变谱,后来在肿瘤演变中分别发生不同的基因变异,表明IDCP是由于肿瘤细胞逆行运动回到原有的前列腺导管而形成的<sup>[17-18]</sup>。且PCa病灶周围正常组织中也存在着高于正常前列腺组织中的某些基因表达,提示IDCP及腺癌可能在疾病具有病理及影像改变的更早期就已经出现<sup>[18]</sup>,另有研究表明,IDCP肿瘤与许多不良预

后特征有相关性,包括基因组畸变、基因组不稳定和组织缺氧<sup>[6,19-20]</sup>,可能共同导致其发展为侵袭性肿瘤,并增加其转移的可能性。而其在病灶进展过程中产生的基因组变异,也可能导致有关微血管生成和血管内皮生长因子相关基因的表达变化,从而导致其与单纯腺癌相比,在组织耗氧量、微血管形成和血供量上的差异,进而表现为强化序列中纹理参数值的不同,本研究中纹理分析得出的类似结果也侧面证实了前列腺癌基因与影像组学的相关性。

本研究尚存局限。首先,本研究为回顾性研究;其次,研究样本量较小,未进行病理分级的亚组分析;此外,本研究中并未包含DWI序列的分析结果,后续对采用较薄层厚的小FOV高清DWI序列进行扫描的PCa病灶图像的纹理分析价值仍需探究。另外,由于缺少基因信息未能考虑到基因相关混杂因素,有待扩大样本量进行进一步研究。

## 参 考 文 献

- [1] BRAY F, FERLAY J, SOERJOMATARAM I, *et al.* Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin*, 2018, 68(6): 394-424.
- [2] ZHAO T, LIAO B, YAO J, *et al.* Is there any prognostic impact of intraductal carcinoma of prostate in initial diagnosed aggressively metastatic prostate cancer? *Prostate*, 2015, 75(3): 225-232.
- [3] NIU X K, CHEN Z F, CHEN L, *et al.* Clinical application of biparametric MRI texture analysis for detection and evaluation of high-grade prostate cancer in zone-specific regions. *AJR Am J Roentgenol*, 2018, 210(3): 549-556.
- [4] ROZENBERG R, THORNHILL R E, FLOOD T A, *et al.* Whole-tumor quantitative apparent diffusion coefficient histogram and texture analysis to predict gleason score upgrading in intermediate-risk 3+4=7 prostate cancer. *AJR Am J Roentgenol*, 2016, 206(4): 775-782.
- [5] VARMA M, DELAHUNT B, EGEVAD L, *et al.* Intraductal carcinoma of the prostate: a critical re-appraisal. *Virchows Arch*, 2019, 474(5): 525-534.
- [6] SLIWINSKI A, BOLTON D, CLOUSTON D, *et al.* IDCP represents an aggressive histotype in the genetic evolution of prostate cancer and confers poorer survival outcomes in men with a family history of breast cancer. *BJU Int*, 2018, 121: 26-27.
- [7] PORTER L H, HASHIMOTO K, LAWRENCE M G, *et al.* Intraductal carcinoma of the prostate can evade androgen deprivation, with emergence of castrate-tolerant cells. *BJU Int*, 2018, 121(6): 971-978.
- [8] DOWNES M R, GIBSON E, SYKES J, *et al.* Determination of the association between T2-weighted MRI and Gleason sub-pattern: a proof of principle study. *Acad Radiol*, 2016, 23(11): 1412-1421.
- [9] NKETIAH G, ELSCHOT M, KIM E, *et al.* T2-weighted MRI-derived textural features reflect prostate cancer aggressiveness: preliminary results. *Eur Radiol*, 2017, 27(7): 3050-3059.

- [10] GUPTA R T, SPILSETH B, PATEL N, *et al.* Multiparametric prostate MRI: focus on T2-weighted imaging and role in staging of prostate cancer. *Abdom Radiol (NY)*, 2016, 41(5): 831–843.
- [11] ALABOUSI M, SALAMEH J P, GUSENBAUER K, *et al.* Biparametric versus multiparametric prostate MRI for the detection of prostate cancer in treatment-naive patients: a diagnostic test accuracy systematic review and meta-analysis. *BJU Int*, 2019, 124: 209–220.
- [12] SHERRER R L, GLASER Z A, GORDETSKY J B, *et al.* Comparison of biparametric MRI to full multiparametric MRI for detection of clinically significant prostate cancer. *Prostate Cancer Prostatic Dis*, 2019, 22(2): 331–336.
- [13] JUNKER D, STEINKOHL F, FRITZ V, *et al.* Comparison of multiparametric and biparametric MRI of the prostate: are gadolinium-based contrast agents needed for routine examinations? *World J Urol*, 2019, 37(4): 691–699.
- [14] KUESS P, ANDRZEJEWSKI P, NILSSON D, *et al.* Association between pathology and texture features of multi parametric MRI of the prostate. *Phys Med Biol*, 2017, 62(19): 7833–7854.
- [15] CHATTERJEE A, HE D, FAN X, *et al.* Performance of ultrafast DCE-MRI for diagnosis of prostate cancer. *Acad Radiol*, 2018, 25(3): 349–358.
- [16] GREER M D, SHIH J H, LAY N, *et al.* Validation of the dominant sequence paradigm and role of dynamic contrast-enhanced imaging in PI-RADS version 2. *Radiology*, 2017, 285(3): 859–869.
- [17] LI P, YOU S, NGUYEN C, *et al.* Genes involved in prostate cancer progression determine MRI visibility. *Theranostics*, 2018, 8(7): 1752–1765.
- [18] TAYLOR R A, FRASER M, REBELLO R J, *et al.* The influence of BRCA2 mutation on localized prostate cancer. *Nat Rev Urol*, 2019, 16(5): 281–290.
- [19] BHANDARI V, HOEY C, LIU L Y, *et al.* Molecular landmarks of tumor hypoxia across cancer types. *Nat Genet*, 2019, 51(2): 308–318.
- [20] BOTTCHEER R, KWELDAM C F, LIVINGSTONE J, *et al.* Cribriform and intraductal prostate cancer are associated with increased genomic instability and distinct genomic alterations. *BMC Cancer*, 2018, 18(1): 8[2019-06-28]. <https://bmccancer.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12885-017-3976-z>. doi: 10.1186/s12885-017-3976-z.

(2019-07-03收稿, 2019-11-25修回)

编辑 余琳